

10/51148
PCT/EP 03 / 04020
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 20 MAY 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 18 050.4

Anmeldetag: 23. April 2002

Anmelder/Inhaber: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, Friedrichshafen/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose
für Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraft-
fahrzeugs

IPC: G 01 M 17/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. Mai 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Siegel

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose
für Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose für Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, welche mittels von einem Berechnungsalgorithmus generierter Signale gesteuert und/oder geregelt werden, insbesondere für eine Getriebe-
steuerung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

15 Durch die steigende Komplexität von Automatgetrieben, automatisierten Handschaltgetrieben, stufenlosen Getrieben und weiterer Komponenten im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs werden immer höhere Ansprüche an das Diagnose- bzw. Überwachungssystem dieser Komponenten gestellt. Dies ist insbesondere bei sogenannten Shift-by-wire-Systemen der Fall.

20 Nach dem Stand der Technik wird zur Überwachung der Komponenten nach unterschiedlichen Normen, wie z. B. DIN 19250, IEC 61508 oder DIN V 0801, vorgegangen. Dies bedeutet einen hohen Aufwand an Prüf- und Überwachungssoftware, da entsprechende Sicherungs- und Ersatzfunktionen
25 implementiert werden müssen.

30 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose für Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, welche mittels von einem Berechnungsalgorithmus generierter Signale gesteuert und/oder geregelt werden, insbesondere für eine Getriebesteuerung anzugeben, welches die Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

Insbesondere soll eine effektive Überwachung ohne hohen Aufwand an Soft- und Hardware realisiert werden.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Demnach wird vorgeschlagen, zumindest die Signalübertragungsstrecken kritischer Signale und/oder Ausgabegrößen als Indikator für den Zustand des Systems zu überwachen, da Software- und/oder Hardware-Fehler in Übertragungsfehlern resultieren. Insbesondere sollen die Ausgabewerte am Ende der Überwachungsstrecke auf Plausibilität überprüft werden.

15 Gemäß der Erfindung wird eine Signalgröße, welche von einer Funktionssoftware bzw. von einem Berechnungsalgorithmus berechnet wird, zumindest nahe an der letztmöglichen Ausgabestelle zurückgelesen und plausibilisiert. Zu diesem
20 Zweck wird gemäß einer ersten Variante des hier vorgestellten Verfahrens dem berechneten Sollausgabewert eine Größe aufmoduliert, die sich in einem Bereich bewegt, der keine oder nur eine geringe Auswirkung auf die eigentliche Ausgabegröße hat.

25 Vorzugsweise liegt die aufmodulierte Größe unter der eigentlichen ausführbaren Größe und hat somit keine Auswirkung auf die eigentliche Ausgabegröße bzw. auf das System.

30 Die berechnete auszuführende Größe wird erfindungsgemäß an einer möglichst weit hinten liegenden Stelle im Signalfluß zurückgelesen. Anschließend wird der zurückgelesene, aufmodulierte Istwert an der Ausgabestelle mit dem

5 aufmodulierten Sollwert verglichen. Da sich der Sollwert ständig ändert, muss sich auch der zurückgelesene Wert ständig ändern. Somit ist sichergestellt, dass sich auf dem Weg bis zur Ausgabestelle keine ungewollte Veränderung oder Nichtveränderung durch Software- und/oder Hardware-Fehler vollzogen hat. Entsprechende notwendige Filter bzw. Ab- oder Aufrundungen, die sich anhand der zeitlichen Abläufe ergeben könnten, müssen in der Plausibilisierung berücksichtigt werden.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass die Wegstrecke der berechneten Größe direkt geprüft wird, ohne zusätzlichen Aufwand für Hardware und Funktions-Software.

15 Im Rahmen einer zweiten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, die Plausibilitätsprüfung mittels einer parallel zur Funktions-Software ablaufenden Prüf-Software durchzuführen.

20 Hierbei wird der zur Plausibilisierung verwendete Wert von der Prüf-Software berechnet. Eine Signalgröße, welche von einer Funktionssoftware berechnet wird, wird erfindungsgemäß an der letztmöglichen Ausgabestelle zurückgelesen und mit dem von der Prüf-Software berechneten Wert direkt verglichen, wobei entsprechende Zeitversätze oder Rundungsfehler berücksichtigt werden.

25 Die Berechnung des Prüfwertes kann erfindungsgemäß auf mehrere Arten erfolgen:

30

Zum einen kann der gleiche Berechnungsalgorithmus (z. B. Interpolation im Kennfeld) mit den gleichen Daten, beispielsweise Kennfelder, Kennlinien, Festwerte in der

Prüf- und Ausgabesoftware verwendet werden. Hierbei werden Fehler im Berechnungsalgorithmus oder in den verwendeten Daten nicht erkannt. Des weiteren, wenn über einen längeren Zeitraum der gleiche Wert berechnet wird, ist auch die Signalstrecke in dieser Zeit nicht geprüft.

Zum anderen kann vorgesehen sein, dass sich der Berechnungsalgorithmus des Ausgabewertes von dem der Prüf-Software unterscheidet. Im Rahmen dieser unscharfen Überwachung kann einerseits der Ausgabewert nicht genau geprüft werden, andererseits aber können Software- und Hardware-Fehler im Berechnungsalgorithmus erkannt werden. Hierbei können die zur Berechnung hergenommenen Daten doppelt abgelegt werden. Auch in diesem Fall können sowohl Software- als auch Hardware-Fehler (z. B. Bitkipper) entdeckt werden.

Eine weitere Variante sieht vor, die Prüfdaten in komprimierter Form zu speichern; beispielsweise können diese Daten durch eine entsprechende Software generiert und beim Brennen des Speicherbausteins aufgespielt werden.

Signalgrößen werden oft nur in einer bestimmten Situation berechnet. Außerhalb dieses Bereiches wird der Wert der Signalgrößen oft auf Max., Min. oder Null gesetzt. In solchen Fällen ist es unnötig, eine aufwendige Prüfung nach den beiden bereits vorgestellten Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen.

Daher wird vorgeschlagen, in einer solchen Situation von der Funktions-Software an die Prüf-Software ein Prüf-Flag zu setzen, welches anzeigt, dass momentan keine Berechnung des Ausgabewertes stattfindet. In der Prüf-Software wird jedoch der Ausgabewert trotzdem zurückgelesen und

5 direkt mit der festen Ausgabegröße, beispielsweise Null verglichen. Ist nun der zurückgelesene Wert an der Ausgabe-schnittstelle nicht gleich dem festen Prüfwert, dann liegt ein Fehler vor. Hierbei wird ein Ausgabewert generiert, der nicht von der Funktionssoftware berechnet wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Figur, die ein Blockschaltbild der ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt, näher erläutert.

15 Gemäß der Figur wird zur Überwachung und Fehlerdiagnose der Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs eine Plausibilitätsprüfung der Signalübertragungsstrecke durchgeführt.

20 Hierbei wird eine Signalgröße, welche von einer Funktions-Software berechnet wird, beispielsweise ein Wert für den Druck, an der letztmöglichen Ausgabestelle, beispielsweise an einem Endstufen-Baustein oder an dem letzten CAN-Baustein, zurückgelesen und plausibilisiert.

25 Um dies zu realisieren, wird der von der Funktionssoftware berechneten auszuführenden Größe, bei gleichzeitigem Setzen eines Prüf-Flags eine Prüfgröße aufmoduliert, die sich in einem Bereich bewegt, der keine oder nur eine geringe Auswirkung auf die eigentliche Ausgabegröße hat. Vorteilhafterweise wird die aufmodulierte Prüfgröße durch periodisches Hochzählen einer Größe berechnet.

30 Anschließend wird aus der mit der Prüfgröße aufmodulierten auszuführenden Größe die entsprechende Ausgabegröße berechnet, die dann erfindungsgemäß an einer möglichst weit hinten liegenden Stelle im Signalfluss zurückgelesen wird.

Der zurückgelesene, aufmodulierte Istwert an der Ausgabestelle wird dann mit dem aufmoduliertem Sollwert verglichen. Da sich der Sollwert ständig ändert, muss sich auch der zurückgelesene Wert ständig ändern.

5

Somit kann sichergestellt werden, dass sich auf dem Weg bis zur Ausgabestelle keine ungewollte Veränderung oder Nichtveränderung durch Software- und/oder Hardware-Fehler vollzogen hat. Nach der Erfindung ist zudem vorgesehen, dass notwendige Filter bzw. Ab- oder Aufrundungen der Größen, die sich anhand der zeitlichen Abläufe ergeben könnten, in der Plausibilisierung berücksichtigt werden.

15

Erfindungsgemäß kann die Auswertung des zurückgelesenen Wertes auf mehrere Arten erfolgen.

20

Gemäß einer ersten Auswertungsvariante wird geprüft, ob die Differenz der aufeinanderfolgenden Prüfwerte einen bestimmten Betrag übersteigt. Sollte dies der Fall sein, dann wird ein Fehler ausgeschlossen.

25

Zudem ist es möglich, den Prüfwert direkt zu prüfen, oder die Differenz des berechneten Wertes zu dem zurückgelesenen Wert und/oder diese Differenz mit dem aufmodulierten Offset zu vergleichen.

30

Gemäß der Erfindung können vorteilhafterweise die verschiedenen Plausibilisierungen miteinander kombiniert werden. Die Prüf-Software kann zudem auch mehrere Berechnungsfunktionen, die auf eine oder mehrere Ausgabeschnittstellen einwirken, auf einen plausiblen Ausgabewert hin prüfen.

Die Intensität der Prüfung kann variabel gestaltet werden. Kriterien hierfür sind die Auftretenswahrscheinlichkeit des Fehlers sowie seine Auswirkung auf die Sicherheit des Fahrers, des Fahrzeugs und des entsprechenden Aggregates.

5

Im Rahmen einer besonders vorteilhaften Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, die Prüf-Software ebenfalls in einer Programm-Ablaufkontrolle zu prüfen. Hierbei wird geprüft, ob die Prüffunktion fehlerfrei durchlaufen worden ist.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose für
5 Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, welche mittels von einem Berechnungsalgorithmus generierter Signale gesteuert und/oder geregelt werden, insbesondere für eine Getriebesteuerung, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass zumindest die Signalübertragungs-
strecken kritischer Signale und/oder Ausgabegrößen über-
wacht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass die Überwachung mittels einer
15 Plausibilitätsprüfung der von dem Berechnungsalgorithmus generierten Signalgrößen erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass zur Plausibilitätsprüfung die Sig-
20 nalgröße zumindest nahe an einer Ausgabestelle einer Signalübertragungsstrecke zurückgelesen und ausgewertet oder mit einem geeigneten Wert verglichen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch g e k e n n -
25 z e i c h n e t , dass als Ausgabestelle die letztmöglichste Ausgabestelle der Signalübertragungsstrecke verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
30 g e k e n n z e i c h n e t , dass einem von dem Berechnungsalgorithmus berechneten Sollausgabewert eine Prüfgröße aufmoduliert wird und dass anschließend der zurückgelesene,

aufmodulierte Istwert an der Ausgabestelle mit dem aufmodulierten Sollwert verglichen wird.

5 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass die aufmodulierte Größe keine oder
sehr geringe Auswirkung auf die eigentliche Ausgabegröße
hat.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , dass zur Auswertung des zurück-
gelesenen Istwertes geprüft wird, ob die Differenz der auf-
einanderfolgenden Prüfwerte einen bestimmten, vorgegebenen
Betrag übersteigt.

15 8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , dass zur Auswertung des zurück-
gelesenen Istwertes die Differenz des berechneten Sollwer-
tes zu dem zurückgelesenen Wert geprüft wird und/oder dass
20 diese Differenz mit der aufmodulierten Prüfgröße verglichen
wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2, 3 oder 4,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Plausi-
bilitätsprüfung mittels einer parallel zum Berechnungsalgo-
25 rithmus ablaufenden Prüf-Software durchgeführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass die von dem Berechnungsalgorithmus
generierten Signalgrößen mit einem von der Prüf-Software
30 berechneten Prüfwert direkt verglichen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , dass von der Prüf-Software der
gleiche Berechnungsalgorithmus und die gleichen Daten ver-
wendet werden, die der Steuerung und/oder Regelung der Kom-
ponenten des Antriebsstrangs zugrunde liegen.

12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , dass sich der Berechnungsalgo-
rithmus des Ausgabewertes von demjenigen der Prüf-Software
unterscheidet.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , dass die zur Berechnung herge-
nommenen Daten doppelt abgelegt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Prüfdaten
in komprimierter Form gespeichert werden, wobei die Prüfda-
ten mittels einer Software generierbar sind.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , dass für den Fall
von Signalgrößen, die nur in bestimmten Situationen berech-
net werden, der Berechnungsalgorithmus an eine Prüf-Soft-
ware ein Prüf-Flag zum Anzeigen der momentanen Nichtberech-
nung des Ausgabewertes setzt, wobei in der Prüf-Software
der Ausgabewert zurückgelesen und direkt mit einer festen
Ausgabegröße, beispielsweise Null verglichen wird und wobei
der Ausgabewert nicht von dem Berechnungsalgorithmus be-
rechnet wird.

16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der verwendeten Prüf-Software mehrere Signalübertragungsstrecken auf einen plausiblen Ausgabewert überprüft werden.

5

17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüf-Software in einer Programm-Ablaufkontrolle geprüft wird.

Zusammenfassung

5 Verfahren zur Überwachung und Fehlerdiagnose
für Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs

Im Rahmen des Verfahrens zur Überwachung und Fehlerdiagnose für Komponenten des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs werden zumindest die Signalübertragungsstrecken kritischer Signale und/oder Ausgabegrößen mittels einer Plausibilitätsprüfung überwacht.

Fig. 1

1 / 1

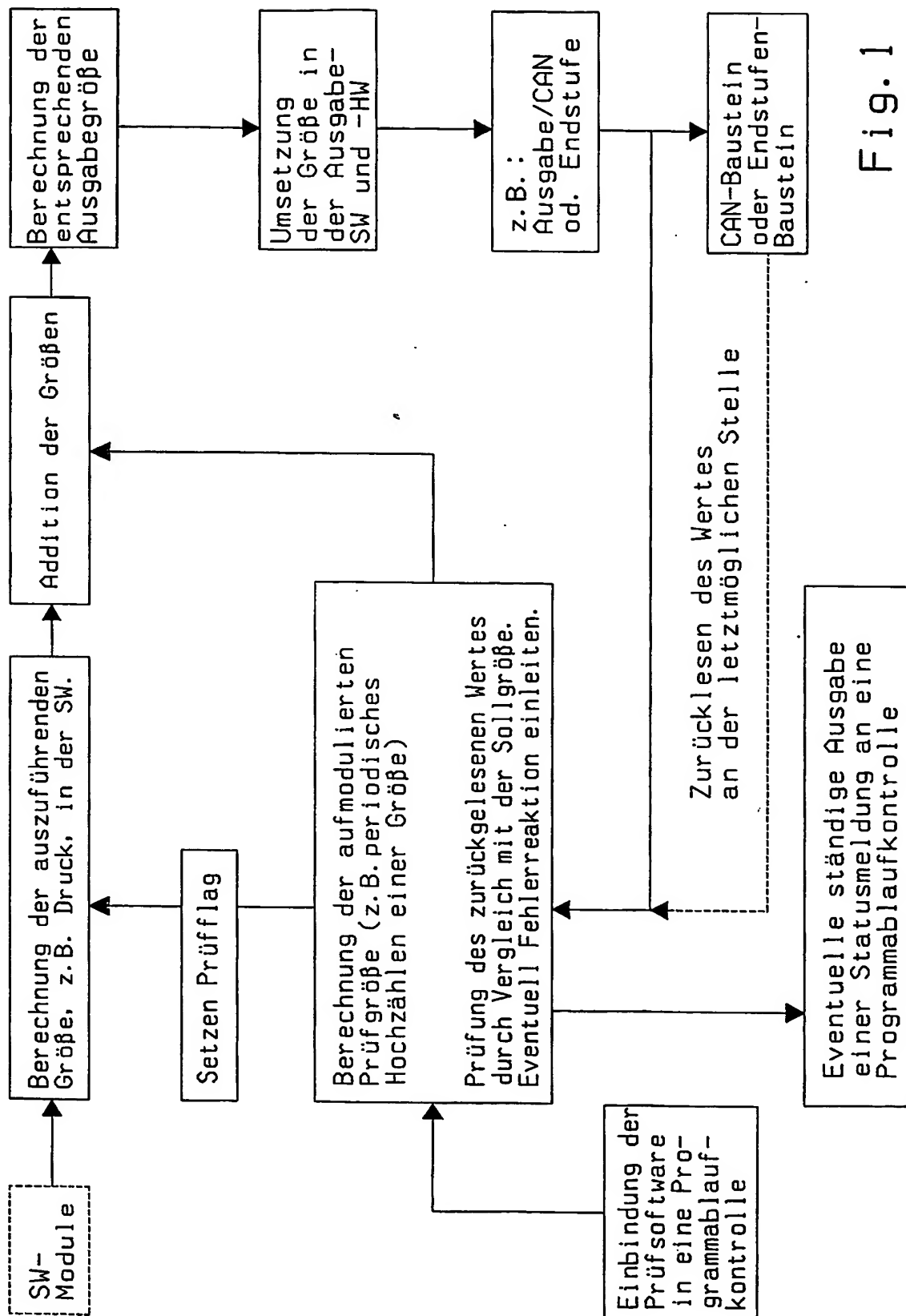


Fig. 1